

ハミルトニアンからの材料強度設計 ～連続体モデリング～

研究機関名： 東北大学

所属名： 金属材料研究所

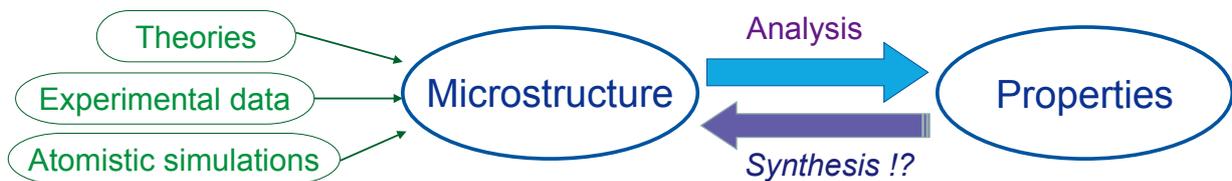
代表研究者：教授 毛利哲夫、終了 2013年度（平成25年度）

共同研究者：渡邊育夢（物質・材料研究機構）、尾方成信（大阪大学）、陳迎（東北大学）、香山正憲（産総研）

研究・成果概要

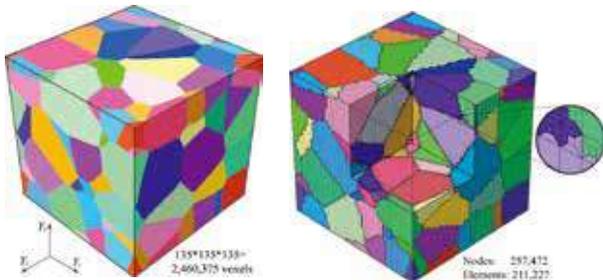
Keywords **Multiscale modeling, Computational micromechanics, Finite element method**

連続体仮定の数値モデルは対象とする材料の様々な情報を取り入れることができる。この数値モデルに金属材料組織に関する情報を集約し、変形シミュレーションによって変形/強化機構やバルク特性を評価する。また、数理最適化法と組み合わせることで最適条件を提示する。



Phase-Field計算からの材料組織モデリング

Phase-Field法による再結晶計算から得られた格子データを基に粗視化した有限要素モデルを作成。格子のままで計算する既存アプローチと比較して、計算コストを1/8程度削減することに成功。



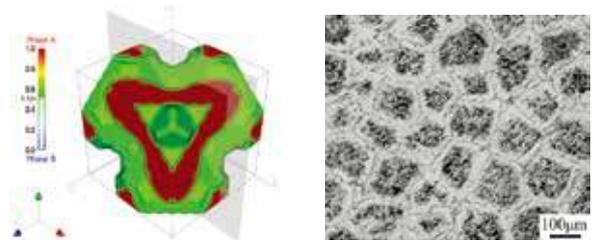
(a) Voxel data (b) Finite element mesh

Voxel coarsening of periodic heterogeneous microstructure

Ref. I. Watanabe, A. Yamanaka, Int. J. Mech. Sci. 150 (2019) 314-321.

最適な材料組織形態の探索と創成

材料組織の数値シミュレーションに最適化手法を組み合わせることで、二相材料組織の幾何学的形態に依存する強化機構を最大限に引き出す材料組織形態を探索する技術を開発。得られた計算結果を材料開発へ展開。



(a) Optimization result (b) Similar microstructure

Morphology optimization of duplex microstructure (collaborated with Prof. Kei Ameyama)

Ref. I. Watanabe, et al., Advanced Structured Materials, Ch.24, pp.541-555, 2015.

想定する分野・用途

- * 非線形連続体力学に基づく数値シミュレーションは適用範囲が広く、金属材料以外にも応用可能
- * 数値シミュレーションを活用して物理に基づいた最適設計条件を提示することで、設計に伴う試行錯誤を低減する

最終目標

- * 製造プロセス・製品機能を考慮した協調設計の実現。基礎となる手法は提案済 [Watanabe, Terada, IJMS, 2010]。
- * 材料設計AIの開発：計算機を用いた材料設計プロセスの自動化。多様な設計条件の考慮。

産業界への期待・要望

- * 基礎研究への継続的投資・支援。シーズとニーズを結びつける協働パートナーシップの構築。
- * 新しい技術・枠組みの積極的活用およびそれを使いこなす人材育成への投資・支援。